سیستم‌های ناموازی

بعضی از اجزای قائم بار بر جانبی به موازات محورهای اصلی متعامد ساختمان نباشد.

در قاب‌های خمشی که یک تیر مورب دارند و این تیر بصورت گیردار به ستون‌ها متصل است ← نامنظم

سیستم های غیرموازی محسوب می شود.

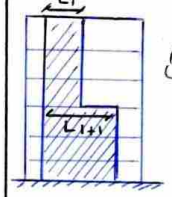
اجزای باربر:
- افقی ← دیافراگم سقف، مهاربندی سقف و کلیه سیستم‌ها که نیروی اینرسی سقف را در راستای افقی به اجزای قائم منتقل می کنند.
- قائم ← دیوار برشی، مهاربند قائم، قاب خمشی و کلیه سیستم‌های باربر جانبی که در ارتفاع سازه قرار می گیرند و بار را در راستای قائم منتقل می کنند.

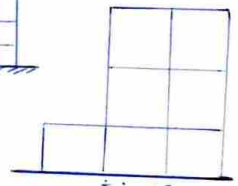
* در ساختمان‌های صلب تر به طور کلی با دیافراگم (تقریباً افقی) نقش انتقال نیروهای افقی به اجزای قائم (قاب‌ها) راعهده دار هستند و بنابراین دیافراگم محسوب می گردند.

نامنظمی در ارتفاع

هندسی: مواردی که ابعاد افقی سیستم باربر جانبی در هر طبقه بیش از ۱۳ درصد آن در طبقات مجاور باشد

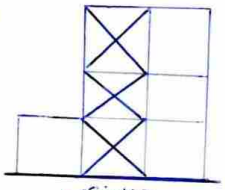
$L_{i+1} > 1.3 L_i$





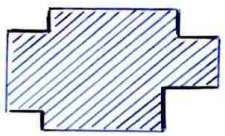
قاب خمشی

نامنظم

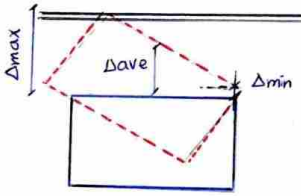


مهاربندی

عرض سیستم باربر تغییر نکرده ← منظم



۴ گوشه داخلی ← بررسی هر گوشه بصورت مجزا



پیچش:

تغییر مکان با احتساب پیچش تصادفی و منظور کردن $A_j = 1$:

$$\Delta ave = \frac{\Delta max + \Delta min}{2}$$

نامنظمی زیاد: $\frac{\Delta max}{\Delta ave} > 1.2$

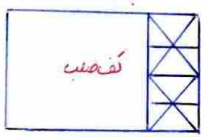
نامنظمی شدید: $\frac{\Delta max}{\Delta ave} > 1.4$

* نامنظمی پیچشی اتفاقی ← دیافراگم‌های کف صلب و نیمه صلب کاربرد پیدا می‌کند.

تفاوت در مختصات مرکز هندسی و مرکز جرم ← تمام زلزله سازه علاوه بر انتقال ← چرخش هم داشته باشد.

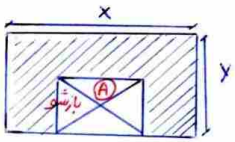
دیافراگم:

کف انعطاف پذیر



نامنظمی دیافراگم در سختی

تغییر نگاهان در سختی دیافراگم ⇓ بیش از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور



$A > 0.5xy$

نامنظمی دیافراگم در مساحت

خارج از صفحه:

حداقل درگیری از اجزای باربر جانبی ← انقطاع (در مسیر انتقال نیرو)

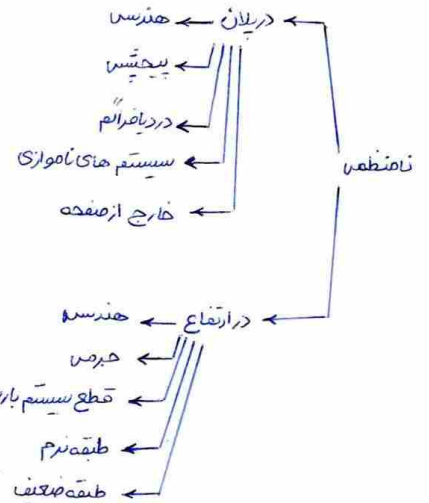
زلزله‌های مبنای طراحی در ۲۸۰۰:

زلزله طرح ← زلزله‌ای که احتمال فرآگذشت آن در ۵۰ سال ← ده درصد

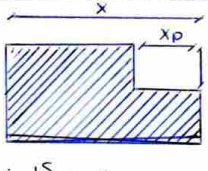
دوره بازگشت آن ← ۴۷۵ ساله

زلزله بهره برداری ← زلزله‌ای که احتمال فرآگذشت آن در ۵۰ سال ← ۹۹٫۵ درصد

دوره بازگشت آن ← حدود ۱۰ سال



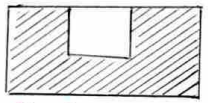
نامنظمی در پلان



هندسی: $\frac{yp}{y} > 0.2$ & $\frac{xp}{x} > 0.2$ *

پلان ۶ گوشه: ← تنها یکی از گوشه‌ها، گوشه داخلی. گوشه‌های داخلی ← مستعد پارگی / در دوسوی گوشه داخلی، جرم‌های قابل توجهی ایجاد می‌شود.

سازه دارای بازشو - بدون تیر پاپ



سازه دارای بازشو (با تیر رابط)

* گوشه داخلی نداریم.

قاب‌های ساختمانی می‌توانند: اتصالات ← ساده / گیردار

ولی ← در تحمل بارهای جانبی مشارکت دارند.

قاب‌های گیردار (باید) ← قادر ← به تحمل اثر P-Δ

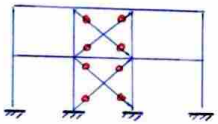
سیستم دوگانه: (ترکیبی)

نوعی سیستم که در آن:

نیروی جانبی توسط عملکرد مشترک و توام ؛

- قاب خمشی و دیوار برشی
- قاب خمشی همراه با بادبند

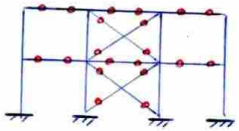
* سیستم‌هایی که همزمان دو سیستم باربر جانبی "در یک راستا" مشارکت می‌کنند، سیستم دوگانه نامیده می‌شود.



قاب خمشی + مهاربند

↓

سیستم دوگانه



سیستم قاب ساده

(اتصالات مفصلی)

همراه با مهاربند ضربدری

↓

دوگانه نیست

در این سیستم:

- بارهای قائم ← عمدتاً توسط ← قاب‌های ساختمان
- مقاومت در برابر بارهای جانبی ← مجموعه از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی شده + مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی
  - سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه ← با توجه ← سختی جانبی و اندرکنش آن دو در تمام طبقات
- * قاب‌های خمشی ← مستقلاً ← حداقل ۲۵ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه تحمل
- دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی ← مستقلاً ← حداقل ۵۰ درصد نیروهای جانبی در تراز پایه تحمل

طبقه خیلی نرم: (سختی جانبی طبقه روی خود) / (سختی جانبی طبقه) < ۰/۶

(یا)

طبقه نرم: (سختی جانبی متوسط ۳ طبقه روی خود) / (سختی جانبی طبقه) < ۰/۷

سختی جانبی ستون‌ها $\left(\frac{EI}{h^3}\right)$ ؛ طول ستون ↑ ← سختی جانبی ↓

محدودیت در احداث ساختمان‌های نامنظم:

طبقه خیلی ضعیف ← در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر مجاز نیست.

خطر نسبی کم ← نمی‌تواند بیشتر از ۳ طبقه یا ۱۵ متر

طبقه خیلی نرم و شدید پیچشی ← در مناطق با خطر نسبی متوسط و بالاتر تنها بر روی زمین‌های نوع I، II و III مجاز است.

سیستم‌های باربر جانبی:

جدول ضریب رفتار و تبصره‌های آن ← صفحه ۳۴

سیستم دیوار باربر:

بارهای قائم ← عمدتاً توسط ← دیوارهای باربر تحمل می‌شوند.

مقاومت بارجانبی توسط دیوارها ← بصورت دیوارهای برشی عمل می‌کنند.

دیوارها متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده که با

- دسته فولادی
- یا
- صفحات پوشش فولادی

مهار شده‌اند ← جزء این سیستم

سیستم قاب ساختمانی:

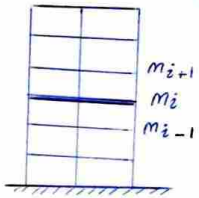
بارهای قائم ← عمدتاً توسط ← قاب‌ها فضا را تحمل می‌شود.

مقاومت بارجانبی ← توسط ← دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی

---

* **نامنظمی جرمی** جرم هر طبقه بیشتر از ۵۰ درصد یا جرم طبقات مجاور تفاوت

* **طبقات بام و خرپشته از این تعریف مستثنی**

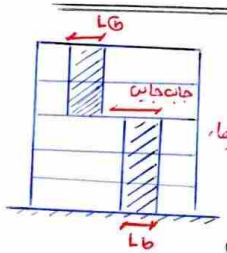


$M_i > 1.5\ M_{i+1}$

یا

$M_i > 1.5\ M_{i-1}$

قطع سیستم باربر جانبی



برش از سیستم در ارتفاع قطع ← به طوری که آثار ناشی از واژگونی روی تیرها، دال‌ها، ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی تغییراتی ایجاد کند.

* $b_1 >$ جان جانبی

یا

$b_1 >$ جان جانبی

مقاومت جانبی

طبقه ضعیف: (مقاومت جانبی طبقه روی خود) / (مقاومت جانبی طبقه) < ۰/۸

طبقه خیلی ضعیف: (مقاومت جانبی طبقه روی خود) / (مقاومت جانبی طبقه) < ۰/۶۵

← مانند قطع ستون‌ها یا دیوار برشی

سختی جانبی:

طبقه نرم: (سختی جانبی طبقه روی خود) / (سختی جانبی طبقه) < (۰/۷) ۷۰ درصد

(یا)

(سختی جانبی متوسط ۳ طبقه روی خود) / (سختی جانبی طبقه) < ۰/۸

ساختمان های متعارف :

توزیع جرم و سختی در ارتفاع آن ها به صورت متناسب تغییر کند.

- برای ساختمان های با سیستم قاب خمشی
  - جرم گیر میان قاب ها نباید برای حرکت قاب ها ایجاد مانع کند.
  - قاب فولادی $T = 0.08 H^{0.75}$
  - قاب بتن آرمه $T = 0.05 H^{0.9}$
  - مانع برای حرکت ← ۸۰ درصد مقادیر عنوان شده در بالا
- برای ساختمان های با سیستم مهاربندی واگرا (مشابه فولادی) $T = 0.08 H^{0.75}$
- برای ساختمان های با سایر سیستم های جدول ۳-۵ بغیر از سیستم کنسولی، با یا بدون وجود جرم گیر میان $T = 0.05 H^{0.75}$

H ← ارتفاع ساختمان از تراز پایه

ارتفاع خرپشته درصورتی که وزن آن بیشتر از ۲۵ درصد وزن بام باشد ← ارتفاع بام از تراز پایه

تبصره مهم : در کلیه موارد می توان T را از تحلیل دینامیکی تعیین کرد ولی مقدار نباید از ۱٫۲۵ برابر روابط تجربی بیشتر در نظر گرفته شود.

$T_{\text{طراحی}} = \min \{ \text{تجربی } T \times 1.25 \ ,\ \text{دینامیکی } T \}$

ساختمان های نامتعارف : مانند گنبدها، برخی از ساختمان های مساجد و آمفی تئاتر سالن ورزشی ...

زمان تناوب اصلی ← تحلیل دینامیکی ساختمان

با ضوابط زیر:

- جرم گیر میان قاب در مدل تحلیلی ← منظور
  - منظور نشده باشد $T = 0.8 T_D$
  - $T = T_D$ ← زمان تناوب اصلی انتقال در تحلیل دینامیکی

نسبت شتاب مبنای طرح : (A) ← نقشه آخر ۲۸۰۰

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰

ضریب اهمیت ساختمان : (I) ← توضیحات صفحه‌ی ۵

طبقه بندی ساختمان	ضریب اهمیت
گروه ۱	۱٫۴
گروه ۲	۱٫۲
گروه ۳	۱
گروه ۴	۰/۸

ضریب رفتار ساختمان : (R_u) ← جدول صفحه‌ی ۳۴

تعیین نوع خاک :

طبقه بندی نوع زمین ← جدول صفحه‌ی ۱۹

تعیین متوسط سرعت موج برش ، $\bar{v}_s$

$$\bar{v}_s = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / v_{si})}$$

d_i ضخامت لایه

v_{si} سرعت موج برش لایه

} تا عمق ۳۰ متری از تراز پایه

تعیین دوره تناوب :

زمان تناوب اصلی ساختمان ، T (روابط تجربی)

- ساختمان متعارف
- ساختمان نامتعارف

تبصره : کوتاه تراز ۸ طبقه یا ارتفاع ۳۰ متر

به جای ← توزیع بار به نسبت سختی عناصر باربر جانبی ← قاعده ۱۵-۳۰

تبصره : در مواردی که قاب های خمشی الزام * را اقناع نکنند :

سیستم دوگانه ← سیستم قاب ساختمان محسوب

در مواردی که دیوارهای برشی یا قاب های مهاربندی * را اقناع نکنند :

ضریب R ← برابر ضریب رفتار در سیستم قاب خمشی با شکل پذیری متناظر در نظر گرفته می شود.

سیستم کنسولی :

نیروهای جانبی توسط ستون ها به صورت کنسولی تحمل می شود.

تنها عامل مقاومت در برابر بار جانبی ← اتصال گیردار پای ستون ها می باشد.

← درجه نامعینی پایین

پایین معنی ← با خراب شدن تنها چند نقطه از سازه احتمال ناپایداری آن وجود دارد ← ضریب رفتار ↓ $R_u = 2$ ← نیروی زلزله بزرگتر

نیروی زلزله استاتیکی :

نیروی برشی پایه یا برش پایه :

(مجموع نیروهای جانبی زلزله در تراز پایه در هر امتداد)

$$V_u = CW$$

$$* \ C = \frac{ABI}{R}$$

در هیچ حالت نباید کمتر از :

$$* \ V_{u_min} = 0.12AIW$$

تبصره: وزن خرپشته > ۲۵ درصد وزن بام

باید بعنوان یک طبقه مستقل محسوب شود.

⟸ درغیراینصورت بعنوان بخشی از بام درنظرگرفته می‌شود.

$F_{\text{طبقه}} = F_{\text{طبقات بالایی}}$ + برش در یک طبقه خاص

ترازپایه :

ترازی که در هنگام زلزله از آن تراز به پایین اختلاف خرسی بین ساختمان و زمین وجود نداشته باشد.

- بدون زیرزمین
  - یا
- دارای زیرزمینی که دیوارهای نگهبان به آن متصل نباشند
  - ⟸ در سطح بالای شالوده
- دارای زیرزمین که دیوار نگهبان به آن متصل و فضای بین خاکبرداری و دیوار نگهبان زیرزمین با خاک متراکم پرشده باشد.
  - ⟸ در نزدیکترین سقف زیرزمین به زمین طبیعی اطراف

منوط
- اولاً: خاک طبیعی اطراف ساختمان متراکم
- ثانیاً: دیوار نگهبان زیرزمین ← بتن آرمه و آخرین سقف زیرزمین دارای صلبیت کافی باشد.

دراین راستا می‌توان از صلبیت تیرها و یا مجموعه تیرودال سقف‌ها برای افزایش صلبیت سقف استفاده نمود.

وزن لرزه‌ای (W)

شامل مجموع بارهای مرده و وزن تأسیسات ثابت و وزن دیوارها تقسیم کننده به اضافه درصدی از بار زنده و برف

* بارزنده ← بصورت تخفیف یافته

محل بارزنده و برف	درصد میزان بارزنده
بام‌های ساختمان‌ها در مناطق با برف زیاد، سنگین و فوق سنگین	۲۰
بام‌های ساختمان‌ها در سایر مناطق	—
ساختمان‌های مسکونی، اداری، هتل‌ها و پارکینگ‌ها	۲۰
بیمارستان‌ها، مدارس، فروشگاه، ساختمان محل اجتماع	۲۰
کتابخانه‌ها و انبارها (با توجه به نوع کاربری)	حداقل ۴۰
مخازن آب و یا سایر مایعات	۱۰۰

$We = D + L_{PARTITION} + 0.2\,Live$

طبقه ↑ ← برش پایه ↓ ؟

توزیع زلزله در طبقات: توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان:

$$F_{ui} = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{i=1}^{n} W_i h_i^k} V_u$$

($W_i h_i^k$: فقط طبقه موردنظر؛ $\sum_{i=1}^{n} W_i h_i^k$: کل طبقات)

نیروی جانبی در تراز i

W_i: وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار و نصف وزن دیوارها و ستون‌هایی که در بالا و پایین سقف قرار دارند.

h_i: ارتفاع تراز سقف طبقه i از تراز پایه

n: تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

(k) ضریبی که با توجه به زمان تناوب اصلی سازه T

$$(k) = \begin{cases} 1 & T < 0.5 \\ k = 0.5T + 0.75 & 0.5 \le T \le 2.5\ \text{Sec} \\ 2 & T > 2.5 \end{cases}$$

تعیین ضریب بازتاب: (B)

$B = B_1 N$

نوع زمین	T_0	T_S	خطرنسبی کم و متوسط		خطرنسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S	S_0	S	S_0
I	۰/۱	۰/۴	۱/۵	۱	۱/۵	۱
II	۰/۱	۰/۵	۱/۵	۱	۱/۵	۱
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱
IV	۰/۱۵	۱	۲/۲۵	۱/۳	۱/۷۵	۱/۱

$$(B_1) = \begin{cases} S_0 + (S - S_0 + 1)\left(\frac{T}{T_0}\right) & 0 < T < T_0 \\ S + 1 & T_0 < T < T_S \\ (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) & T > T_S \end{cases}$$

$$(N) = \begin{cases} \text{برای پهنه‌های با خطرنسبی خیلی زیاد و زیاد} & \\ 1 & T < T_S \\ \frac{0.7}{4 - T_S}(T - T_S) + 1 & T_S < T < 4\ \text{sec} \\ 1.7 & T > 4\ \text{sec} \\ \text{برای پهنه‌های با خطرنسبی متوسط و کم} & \\ 1 & T < T_S \\ \frac{0.7}{4 - T_S}(T - T_S) + 1 & T_S < T < 4\ \text{sec} \\ 1.4 & T > 4\ \text{sec} \end{cases}$$

تحلیل‌های دینامیکی طیفی:

- انواع روش‌های تحلیل
  - روش‌های خطی
    - استاتیکی معادل
    - دینامیکی طیفی
      - طیف طرح استاندارد
      - طیف طرح ویژه‌ساختگاه
    - دینامیکی تاریخچه زمانی
  - روش‌های غیرخطی
    - استاتیکی غیرخطی
    - تاریخچه زمانی غیرخطی

روش‌های تحلیل خطی:

می‌توان در کلیه ساختمان‌ها با هر تعداد طبقه به کار برد

تنها روش استاتیکی معادل را می‌توان در ساختمان‌های ۳ طبقه و کوتاه‌تر از تراز پایه و یا ساختمان‌های زیر:

- ساختمان‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه
- ساختمان‌های نامنظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر از تراز پایه
  - نامنظمی زیاد و پیچش شدید در پلان نباشد
  - نامنظمی طبقه نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد.

روش‌های تحلیل غیرخطی:

در کلیه ساختمان‌ها و با هر تعداد طبقه می‌توان به کار برد ولی

برای استفاده ← ضروری که سازه علاوه بر اقناع الزامات آن‌ها ضوابط تحلیل و طراحی یکی از روش خطی عنوان شده در روش تحلیل خطی را اقناع نماید ← پیوست ۲

ترکیب سیستم:

- در پلان ← در دو امتداد پلان ← در هر امتداد ضریب رفتار و ضرایب C_d و Ω_0 مربوط به آن سیستم در نظر گرفته شود.
  - * تنها در یک امتداد سیستم دیوار برشی باشد ← مقدار ضریب رفتار در امتداد دیگر نباید بیشتر از مقدار آن در نظر گرفته شود.
- در ارتفاع

الزامات زیر:

- زمان تناوب اصلی سازه‌بندی $T_2 \le 3.3 T_1$
- اگر از روابط تجربی: متوسط وزنی زمان‌های تناوب هر یک از سیستم‌ها در ارتفاع کل
- ضریب رفتار قسمت تحتانی بیشتر
  - مقادیر R_u، C_d و Ω_0 قسمت فوقانی برای محاسبات هر دو قسمت
- ضریب رفتار قسمت تحتانی کمتر
  - قسمت تحتانی ← R_u، C_d، Ω_0 مربوط به قسمت خود
  - قسمت فوقانی ← " " " " " " "

ولی حالت نیروهای عکس‌العمل ناشی از تحلیل قسمت فوقانی نیز که درست $\frac{R_u}{\rho}$ قسمت فوقانی $\frac{R_u}{\rho}$ قسمت تحتانی ضرب شده‌اند

← باید به مدل سازه قسمت تحتانی اضافه شود.

این نسبت در هر حال نباید کوچکتر از ۱ باشد.

برون مرکزی اتفاقی:

لنگر پیچشی ایجاد شده در طبقه i، در اثر نیروهای جانبی

$$M_{ui} = \sum_{j=i}^{n} (e_{ij} + e_{aj}) F_{uj}$$

F_{uj} ← نیروی جانبی در تراز j

$(e_{ij} + e_{aj})$ ← برون مرکزی اتفاقی طبقه j

e_{ij} ← برون مرکزی نیروهای جانبی طبقه j نسبت به مرکز سختی طبقه i (فاصله افقی مرکز جرم طبقه j و مرکز سختی طبقه i)

e_{aj}: برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه ← به منظور در نظر آوردن احتمال:

تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مؤلفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته می‌شود.

باید ← حداقل ← ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی ← در هر دو جهت

ضریب بزرگنمایی A_j:

ناهنظمی پیچشی ← برون مرکزی اتفاقی

در هواردی که ساختمان مشمول حداقل در ضریب A_j ضرب

$$1 \le A_j \le 3$$

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\,\Delta_{ave}}\right)^2$$

هر دو با فرض $A_j = 1$

در ساختمان‌های تا ۵ طبقه یا کوتاه‌تر از ۱۸m ← در مواردی که:

برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی ← برای محاسبات لنگر پیچشی

⇐ نیازی به در نظر گرفتن برون مرکزی اتفاقی در طبقات نیست.

ضوابط تحلیل طیفی:

تعداد مودهای نوسان ← در هر دو امتداد متعامد

باید تمام مرهای نوسان ← که مجموع جرم های موثر آن ها بیشتر از ۹۰ درصد جرم کل سازه است.

ترکیب اثر مدها

حداکثر بازتاب های دینامیکی سازه در هر مود

هانند:
- نیروهای داخلی اعضا
- تغییرمکان ها
- نیروهای طبقات
- برش طبقات
- عکس العمل پایه ها

← روش جذر مجموع مربعات (SRSS) یا روش ترکیب مربعی کامل (CQC)

الزام روش مربعی کامل

← روش ترکیب مدها باید
- ساختمان های نامنظم در پلان
- ساختمان هایی که در آن ها پیچش مهم

در برگیرنده اندرکنش مدهای ارتعاشی باشد.

اصلاح مقادیر بازتاب: برش پایه (استاتیکی معادل) > برش پایه (تحلیل طیفی)

← مقدار برش پایه تحلیل طیفی باید افزایش داده شود و بازتاب های سازه متناسب با آن ها اصلاح شود.

در سازه های نامنظم:

$$\text{مقادیر بازتاب} \times 0.9 \times \frac{\text{برش پایه استاتیکی}}{\text{// طیفی}}$$

طبقه خیلی ضعیف / خیلی نرم / پیچش شدید

$$\text{مقادیر بازتاب} \times \frac{\text{برش پایه استاتیکی}}{\text{// طیفی}}$$

بند ۲-۴-۵:

در موارد زیر برای تعیین نوع زمین انجام مطالعات ویژه ساختگاه **الزامی**

- ✓ ساختگاه هایی که دارای خصوصیات غیر از نوع I تا IV
- * برای این نوع ساختگاه ها امکان ناپایداری زمین تحت نیروی زلزله بایستی مد نظر قرار گیرد.
- ✓ ساختگاه هایی که زمین آن ها مشکل از رس یا لای نرم دارای رطوبت زیاد با حداقل ضخامت ۱۰m و $PI > 40$ (دامنه خمیری) می باشد.
- ✓ در ساختگاه هایی که لایه های خاک با سرعت موج برشی معادل خاک های نوع III یا IV و ضخامت بین ۵ تا ۲۰ متر بروی یک لایه سخت با سرعت موج برشی بیش از ۷۵۰m/s قرارگرفته و سرعت موج برشی این لایه سخت حداقل ۳ برابر متوسط سرعت موج برشی لایه فوقانی باشد.

در این مورد، در صورت عدم دسترسی به طیف طرح ویژه ساختگاه، می توان از طیف زمین نوع IV استفاده کرد.

طیف طرح استاندارد: $\frac{ABI}{Ru}$

طیف طرح ویژه ساختگاه:

$$V = C\omega$$

$$= \frac{I}{Ru} \times Sa_{\text{طیف}} \times \omega$$

$$T_{\text{تجربی}} = T_{\text{محاسبه}}$$

$$\begin{cases} AB_{\text{استاندارد}} = \text{محاسبه} \\ Sa_{\text{ساختگاه}} = AB_{\text{ساختگاه}} = T \text{ از روی طیف برحسب} \end{cases}$$

$\frac{Sa}{g}$ ↑ ، T →

↳ $\max(AB_{\text{ساختگاه}}, AB_{\text{استاندارد}} \text{ و } 0.1)$

$= Sa_{\text{طیف}}$

مفهوم طیف طرح

اثر حرکت زمین در ساختگاه
- ← طیف طرح استاندارد: در کل (میرایی ۵ درصد)
- ← طیف طرح ویژه ساختگاه: (اما اگر میرایی متفاوت لازم ← می توان استفاده کرد)

مقادیر طیف طرح ویژه ساختگاه (نباید) کمتر از ۸۰ درصد مقادیر طیف طرح استاندارد اختیار شود

طیف طرح ویژه: را می توان در کلیه ساختمان ها به کار برد

(ولی) ← استفاده از آن در ساختگاه های بند ۲-۴-۵ **الزامی**

← در مورد ساختمان هایی که طبق بند ۳-۲-۲ مشمول استفاده از روش دینامیکی می شوند و در آن ها یکی از شرایط زیر موجود است

← **الزامی**

شرایط:

۱. ساختمان های با ارتفاع بیش از ۱۵۰m از تراز پایه و یا دارای زمان تناوب اصلی نوسان T، بیشتر از ۳/۵ ثانیه

۲. ساختمان های با "اهمیت خیلی زیاد و زیاد" که بروی زمین های غیر از نوع I، II و III ساخته می شوند.

۳. ساختمان های بلندتر از ۵۰ متر که بر روی زمین های غیر از نوع I، II و III ساخته می شوند.

۴. ساختمان های بلندتر از ۵۰m که بر روی زمین های نوع II و III، با ضخامت لایه خاک بیشتر از ۶۰m ساخته می شوند.

ضریب اضافه مقاومت R:

- برای اسکل اجزای از سازه
- یا
- سازه مشمول بند ۳-۹

← ۲٫۵ فرض

در این روش ← تحلیل با فرض تکیه‌گاه صلب

۱ ≤ لنگر مقاوم / واژگونی = ضریب اطمینان شالوده در مقابل واژگونی

اثر نیروی قائم ← بند ۳-۳-۹

اجزای غیرسازه‌ای:

اجزائی که به سازه متکی اند ولی در تحمل بار جانبی زلزله به آن کمک نمی‌کنند مانند دیوارها، نماها، سقف‌های کاذب و ...

محدودیت کاربرد ← صفحه ۵۷ و ۵۸

نیروی زلزله استاتیکی:

در محاسبه نیروی جانبی

ضریب نامعینی ρ و ضریب اضافه مقاومت Ω مربوط به سازه اصلی ← ۱

$$V_{pu(min)} < V_{pu} < V_{pu(max)}$$

$$V_{pu(min)} = 0.3\,A\,(1+S)\,I_p W_p$$

$$V_{pu} = \frac{0.4\,a_p\,A\,(1+S)\,W_p I_p}{R_{pu}}$$

$$V_{pu(max)} = 1.6\,A\,(1+S)\,I_p W_p$$

در این موارد:

منظور کردن برون‌مرکزی اتفاقی در امتداد ۳۰ درصد نیرو الزامی نیست.

واژگونی:

مجموع حاصلضرب نیروی جانبی هر تراز در ارتفاع آن نسبت به تراز زیر شالوده ساختمان = لنگر واژگونی / نیروی جانبی زلزله

در محاسبه لنگر واژگونی ← بار تعادل ← وزن مؤثر لرزه‌ای ساختمان است

که برای تعیین نیروی جانبی به کار رفته است (g) وزن شالوده و خاک روی آن

به ← وزن مؤثر لرزه‌ای اضافه می‌شود

طراحی سازه و پی ← تو این تحمل لنگر واژگونی

روش ساده شده تحلیل و طراحی:

تنها در مورد ساختمان‌هایی که تمام شرایط را دارا باشد (صفحه ۵۴)

$$C = \frac{ABIF}{Ru}$$ روش ساده شده

** (B) = S + 1 در روش ساده شده

F ضریب:

- ۱ طبقه ← ۱
- ۲ طبقه ← ۱٫۱
- ۳ طبقه ← ۱٫۲

توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان R: وزن مؤثر لرزه‌ای در تراز i

$$F_i = \frac{W_i}{W} \times V_u$$ (توزیع نیروی برشی در ارتفاع)

کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات ← لازم نیست

اگر نیاز باشد:

Δ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح = ۰٫۷۱ ارتفاع

در صورت استفاده از بند ۳-۵ ← می‌توان مقدار محاسباتی

سازه‌های منظم:

$$\text{مقادیر با زمان} \times 0.85 \times \frac{\text{برش پایه استاتیکی}}{\text{طیفی}}$$

تبصره: مقادیر برش پایه به دست آمده "تعدیل شده" نباید از برش پایه به دست آمده از تحلیل طیفی کمتر باشد.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$|[k] - \omega^2[m]| = 0 \rightarrow \omega = ?$$

$$\rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega}$$

زلزله متعامد (۱۰۰-۳۰):

ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم در برابر نیروی زلزله محاسبه شود.

به طور کلی می‌توان محاسبه در هر یک از دو امتداد را؟

جز در موارد زیر به طور مجزا و بدون در نظر گرفتن نیروی زلزله در امتداد دیگر انجام داد.

- ساختمان‌های نامنظم در پلان
- ستون‌هایی که در محل تقاطع دو یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی

در این موارد چنان چه بار محوری ناشی از اثر زلزله در ستون در هر یک از دو امتداد مورد نظر کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت بار محوری ستون ← این ضابطه را می‌توان نادیده گرفت.

در موارد فوق:

امتداد نیروی زلزله باید با زاویه مناسب که حتی المقدور بیشترین اثر را ایجاد کند ← انتخاب شود

یا

صد درصد نیروی زلزله هر امتداد را با ۳۰ درصد نیروی زلزله در امتداد عمود بر آن ترکیب کرد.

مشابه ساختمان:

- حلب $T < 0.06$ → $V_u = 0.3A(S+1)W$
- $0.06 \le T \le 0.5$ → $V_u = \frac{ABI}{R_u}W$
  - → $V_{u-min} = 0.12AIW$
- $T > 0.5$ → تحلیل دینامیکی الزامی

R_u ← صفحه ۷۱

T : روش تحلیل مناسب ← استفاده از روابط تجربی مجاز نیست.

W وزن مؤثر لرزه‌ای

شامل: ← بارهای مرده داشته از وزن اجزای سازه و تجهیزات صنعتی
- حداقل ۲۰ درصد بار زنده کف‌ها
- وزن محتویات در زمان بهره برداری

* در مواردی که در شرایط استثنایی محتویات تجهیزات صنعتی نباید به دلایل خاص افزایش یابد.
  - ← وزن اضافی نباید تأثیر داده شود.

در سیلوهای مواد دانه‌ای ← می‌توان ۸۰ درصد وزن این مواد را محاسبه کرد.

غیرمشابه ساختمان: R_u ← صفحه ۷۳ — سیلو ← غیرمشابه

مبنای بر زمین: عیناً ← مشابه مشابه ساختمان:

- $T < 0.06$ → $V_u = 0.3A(S+1)W$
- $0.06 \le T \le 0.5$ → $V_u = \frac{ABI}{R_u}W$
  - * در موارد کلی: $V_{u-min} = 0.09W$
  - در مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد و زمین‌های نوع III و IV: $V_{u-min} = \frac{1.4AI}{R_u}W$
- $T > 0.5$ → تحلیل دینامیکی الزامی

مبنای برسازه‌های دیگر:

وزن این سازه‌ها (کمتر از ۱۰ درصد وزن کل سازه) (وزن سازه غیر ساختمان + وزن سازه نگهدارنده) ← اجزای غیرسازه‌ای

اگر بیشتر از ۲۵ درصد وزن کل سازه

کل سازه باید همزمان مدل شده و تحلیل گردد نیروی جانبی با رعایت الزامات زیر:

- شرایط صلب بودن ($T < 0.06$) را دارا باشد.
  - اثر آن را در مدل کل سازه می‌توان بصورت توزیع جرم مناسب آن
  - سازه نگهدارنده ← پارامترهای مطابق فصل سوم یا چهارم (هرکدام که مناسب‌تر است) ← تحلیل و طراحی
  - سازه غیرساختمانی ← ضوابط اجزای غیرسازه‌ای فصل چهارم و در آن به جای R_p ← R_u (صفحه ۷۳) و $a_p = 1$
- سازه غیرساختمانی صلب نباشد.

کل سازه ← همزمان مدل و تحلیل

ضریب رفتار این سازه کمترین مقدار R_u (سازه نگهدارنده و غیر ساختمانی)

سازه غیرساختمانی و اتصالات: آن برای نیروهای حاصل از تحلیل کل سازه طراحی می‌گردد.

---

a_p : ضریب بزرگنمایی جز

z : ارتفاع مرکز جرم جز از تراز پایه (z لازم نیست از H بزرگتر)

H : ارتفاع متوسط بام ساختمان

جدول R_{pu} و a_p صفحه ۶۲ و ۶۵

ضریب اهمیت جز (I_p):

برحسب میزان آسیب رسانی ناشی از خرابی ← دو گروه

۱٫۴
- جز در داخل و یا متکی به سازه با اهمیت خیلی زیاد بوده و حفظ آن برای خدمت‌رسانی پس از وقفه سازه لازم
- محتوای جز مواد خطرزا با امکان مسمومیت زیاد و یا انفجار
- خدمت‌رسانی جز برای تأمین عملکرد ایمنی جانی پس از زلزله لازم باشد ← سیستم اطفای حریق و لوله‌کشی قرار

۱٫۲ ← سایر اجزا

سازه‌های غیرساختمانی:

سازه‌هایی که کاربری آن‌ها مشابه ساختمان‌ها تعریف نیست ← سازه‌های صنعتی، دکل‌های انتقال نیرو و ...

سازه‌های غیرساختمانی ← مشابه ساختمان‌ها ← سیستم‌ها یا بر مشابه یکی از سیستم‌های ساختمانی

غیرمشابه ساختمان‌ها ← مبنای بر زمین ← مبنای برسازه‌های دیگر

ضریب نامعینی سازه: ← صفحه ۲۹ - استاندارد ۲۸۰۰

* دقت شود که ضریب نامعینی تنها به زلزله ها اختصاص اعمال می شود و در زلزله قائم لازم نیست ضرب شود.

زلزله سطح بهره برداری ← صفحه ۵۲ - استاندارد ۲۸۰۰

$$V = \frac{\frac{A}{6}BI}{R=1} W = \frac{1}{6} ABIW$$

دیافراگم ← صلب
- نیمه صلب
- نرم

صفحه ۴۹ - استاندارد ۲۸۰۰

اثر P-Δ :

شاخص پایداری ← صفحه ۴۷ - استاندارد ۲۸۰۰

درز انقطاع:

ساختمان با اهمیت خیلی زیاد

$T_{\text{طرح و زلزله}} = \min(T_{\text{تحلیل}}$ و $1{,}25\,T_{\text{تجربی}})$

I_g و $0{,}5\,I_g$

سایر ساختمان ها

$T_{\text{طرح}} = \min(T_{\text{تحلیل}}$ و $1{,}25\,T_{\text{تجربی}})$

I_g و $0{,}5\,I_g$

$T_{\text{درنهایت}} = T_{\text{تحلیل}}$

سپس زلزله درنهایت به سازه زیر اعمال می شود.

$0{,}35\,I_g$

$0{,}7\,I$

← درنهایت تغییرمکان محاسبه می شود.

سازه با اهمیت متوسط کمتر از ۸ طبقه → فاصله از زمین مجاور $= \frac{h}{200}$

فاصله هر طبقه از زمین مجاور $= \frac{\text{ارتفاع آن طبقه از تراز پایه}}{200}$

سازه با اهمیت متوسط بیش از ۸ طبقه
سازه با اهمیت زیاد و خیلی زیاد
→ فاصله از زمین مجاور $= 0{,}7\,C_d\,\Delta_{\text{طرح}}$

و

حالتی که اطلاعاتی از ساختمان مجاور در دست نباشد.

$\Delta_{\text{دوساختمان}} = \sqrt{(C_d\cdot\Delta_{\text{طرح}})^2 + (C_d\cdot\Delta_{\text{طرح}})^2}$

(حداقل درز انقطاع دو ساختمان)

نیروی قائم زلزله:

در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود:

الف) کل سازه ساختمان های درپهنه با خطر نسبی خیلی زیاد

تیرهایی که دهانه آن ها بیش از 15m همراه با ستون ها و دیوارهای تکیه گاهی

تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای وارد شده به تیر را تحمل می کنند ← همراه با ستون ها و دیوارهای تکیه گاهی

• درصورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بارهای وارده بر تیر ← قابل توجه

بالکن ها و پیش آمدگی هایی که به صورت طره

مقدار نیروی قائم:

* $F_{vu} = 0{,}6\,AIWp$

Wp ← بند الف ← بارمرده

سایر بندها ← بارمرده + سربار

نیروهای قائم زلزله

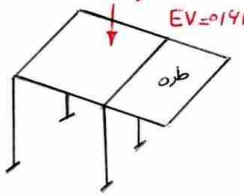
درآمدگی ها و پیش آمدگی ها ← در هردو جهت بالا و پایین. ← بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای متغیر

به طور کلی ← باید در هردو جهت بالا و پایین جداگانه به سازه اعمال شود.

درپی ها ← جهت رو به بالا الزامی نیست.

$EV = 0{,}6\,AI(D)$

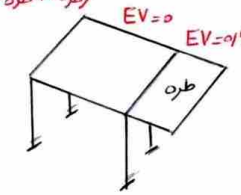
$EV = 0{,}6\,AI(D_{\text{طره}} + L_{\text{طره}})$



مناطق با خطر نسبی زیاد

$EV = 0$

$EV = 0{,}6\,AI\,(D_{\text{طره}} + L_{\text{طره}})$



سایر مناطق

5-2800